

WO 2005/101431 A1



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Betriebszustand im unverschmutzten Zustand bestimmt, werden diese beiden Betriebszustände miteinander verglichen und der ermittelte Vergleichswert als Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes dargestellt. Mit diesem Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes können die Anzahl der Ausfälle infolge einer nicht schutzgradgerechten Betriebsweise eines Umrichtergerätes und die damit verbundenen Nachteile wie Kosten und Imageverlust reduziert werden.

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungs-  
grades eines betriebenen Umrichtergerätes

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vor-  
richtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines be-  
triebenen Umrichtergerätes.

10 Wenn Umrichtergeräte, beispielsweise Frequenzumrichter, in  
verschmutzter Umgebung betrieben werden, für die sie jedoch  
nicht einen entsprechenden Schutzgrad aufweisen, kommt es zu  
Ablagerungen innerhalb des Umrichtergerätes. Da die Umge-  
bungsluft des Umrichtergerätes als Kühlmedium verwendet wird,  
15 können sich die in der Umgebungsluft befindlichen Schmutzpar-  
tikel an Flächen von Bauelementen, insbesondere zu kühlender  
Elemente, des Umrichtergerätes ablagern. Diese Ablagerungen  
führen bei zu kühlenden Flächen, beispielsweise eines Kühl-  
körpers, oder Oberflächen von verlustbehafteten Bauelementen  
20 zur Überhitzung mit anschließendem Defekt. Ablagerungen auf  
isolierenden Oberflächen können die elektrische Isolation  
überbrücken und gefährden damit die Funktion und die Sicher-  
heit des Umrichtergerätes.

25 Ob ein in den Handel gebrachtes Umrichtergerät entsprechend  
seines Schutzgrades eingesetzt wird, ist vom Hersteller die-  
ses Umrichtergerätes nicht mehr nachprüfbar. Erst wenn ein  
Umrichtergerät wegen Auftretens eines Fehlers sich abgeschal-  
tet hat und ein Techniker zur Behebung des Fehlers dieses Um-  
30 richtergerät öffnet, kann festgestellt werden, ob dieses Um-  
richtergerät seinem Schutzgrad entsprechend eingesetzt worden  
ist. Wenn nicht, müssen die Komponenten bzw. Bauelemente des  
Umrichtergerätes mit Ablagerungen überzogen sein. Erst dann  
steht fest, dass die Ursache der Abschaltung des Umrichterge-  
35 rätes nicht bauartbedingt, sondern einsatzbedingt ist. Wenn  
ein derartiges Umrichtergerät in einem Produktionsprozess  
eingebunden ist, muss unter Umständen wegen des abgeschalte-

ten Umrichtergerätes die gesamte Produktion unterbrochen werden, wodurch erhebliche Folgekosten entstehen.

5 Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes anzugeben, so dass noch vor einer Betriebsunterbrechung die Gefahr einer Schutzabschaltung des Umrichtergerätes infolge Verschmutzung erkannt wird.

10

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß jeweils mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 2 (Verfahren) und mit den Merkmalen des Anspruchs 8 bzw. 9 bzw. 10 (Vorrichtung) gelöst.

15 Dadurch, dass einerseits ein Betriebszustand wenigstens eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Bauelements des Umrichtergerätes und andererseits ein Betriebszustand dieses Bauelement im unverschmutzten Zustand bestimmt werden, kann man mittels eines Vergleichs dieser beiden Betriebszustände auf den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes schließen. Der ermittelte Vergleichswert ist ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes.

25 Mittels des zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Verschmutzungsgrad eines Umrichtergerätes in Abhängigkeit mittels der Ermittlung einer Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes und eines vorbestimmten Grenzwertes erfasst. Mit steigender Verschmutzung im Innern des Umrichtergerätes steigt die Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes und damit der Wert eines Ableitstromes.

35 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens zur Erfassung des Verschmutzungsgrades werden die erfassten Vergleichswerte abgespeichert. Dadurch steht die Fortschreitung der Verschmutzung eines Umrichtergerätes für zusätzliche Aus-

wertungen zur Verfügung. Aus dieser Fortschreitung der Verschmutzung des Umrichtergerätes kann beispielsweise eine Prognose für den Zeitpunkt der Schutzabschaltung des Umrichtergerätes ermittelt werden. D.h., man kann die verbleibenden Betriebsstunden des Umrichtergerätes anzeigen, damit ein Produktionsprozess gezielt heruntergefahren werden kann.

Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird bei Überschreitung eines vorbestimmten Vergleichswertes ein Warnsignal generiert. Dadurch wird visuell und/oder akustisch angezeigt, dass ein ungestörter Betrieb gefährdet ist.

Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird bei Überschreitung eines zweiten vorbestimmten Vergleichswertes, der größer als der erste Vergleichswert ist, eine Warnmeldung generiert, die eine bevorstehende Schutzabschaltung des Umrichtergerätes ankündigt. Dabei ist dieser zweite Vergleichswert so vorbestimmt, dass eine Stillsetzung des Produktionsprozesses noch möglich ist.

Bauelemente des Umrichtergerätes, deren Verlustleistung und/oder Temperatur bestimmt werden können, werden vorteilhafter Weise zur Diagnose der Verschmutzung des Umrichtergerätes herangezogen. Besonders geeignet zur Diagnose der Verschmutzung des Umrichtergerätes ist der Kühlkörper des Umrichtergerätes, auf dem die Leistungshalbleiter des Umrichtergerätes wärmeleitend angebracht sind. Zur Überwachung des Leistungsteils des Umrichtergerätes wird die Temperatur des Kühlkörpers erfasst. Bei Überschreitung eines Grenzwertes wird das Umrichtergerät abgeschaltet.

Eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes weist ein thermisches Modell zur Schätzung einer Temperatur des Kühlkörpers des Umrichtergerätes, einen Temperatursensor zur Ermittlung einer Kühlkörpertemperatur und eine Auswerteschaltung auf, die eingangsseitig mit dem thermischen Modell und

dem Temperatursensor verknüpft ist. Somit kann man mit wenigen Bauelementen, die teilweise im handelsüblichen Umrichtergerät bereits vorhanden sind, einen Verschmutzungsgrad eines betriebenen Umrichtergerätes diagnostizieren.

5

Bei einer zweiten erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes wird eine Widerstands-Brückenschaltung verwendet, die ein-  
gangsseitig mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerä-  
tes verknüpft ist und deren Widerstände derart dimensioniert  
sind, dass zwei diagonal gegenüberliegende Widerstände ihren  
Widerstandswert betriebsbedingt durch Erwärmung ändern, wäh-  
rend die beiden anderen jeweils ihren Widerstandswert beibe-  
halten, und ausgangsseitig mit einer Auswerteschaltung ver-  
knüpft ist.

10  
15

Vorteilhafter Weise besteht wenigstens ein Widerstand der beiden Widerstände, die betriebsbedingt ihren Widerstandswert ändern, aus mehreren elektrisch in Reihe geschalteten Wider-  
ständen, die im Umrichtergerät verteilt angeordnet sind. Da-  
durch wird die Verschmutzung des Umrichtergerätes nicht nur  
an einer vorbestimmten Stelle erfasst, sondern innerhalb des  
gesamten Umrichtergerätes.

20

Eine dritte erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus der Mes-  
sung der Oberflächenleitfähigkeit. Dazu weist diese Vorrich-  
tung zwei eng nebeneinander verlaufende Leiterbahnen, von de-  
nen eine mit einem Ableitwiderstand verbunden ist, dem elek-  
trisch parallel ein Spannungsfolger geschaltet ist. Die zwei-  
te Leiterbahn ist mit einer Spannungsversorgung des Umrich-  
tergerätes verknüpft. Am Ausgang des Spannungsfolgers steht  
eine Messspannung an, deren Amplitude proportional einem di-  
agnostizierten Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes ist.

25  
30

Mit diesen erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen kön-  
nen die Anzahl der Ausfälle infolge einer nicht schutzgrade-  
rechten Betriebsweise eines Umrichtergerätes und die damit

verbundenen Nachteile wie Kosten und Imageverlust reduziert werden.

5 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch veranschaulicht sind.

FIG 1 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform einer ersten erfindungsgemäßen Vorrichtung, in der  
10 FIG 2 ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der ersten Vorrichtung nach FIG 1 veranschaulicht, die  
FIG 3 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung, und in der  
FIG 4 ist eine dritte erfindungsgemäße Vorrichtung veranschaulicht, wobei in  
15 FIG 5 eine Ausführungsform des Messsensors der Vorrichtung nach FIG 4 dargestellt ist.

In der FIG 1 ist eine vorteilhafte Ausführungsform einer ersten Vorrichtung nach der Erfindung schematisch dargestellt.  
20 Diese Vorrichtung weist ein Temperaturmodell 2, einen Temperatursensor 4 und eine Auswerteschaltung 6 auf. Der Temperatursensor 4 ist am Bauelement des Umrichtergerätes platziert, dessen Temperatur gemessen werden soll. Dieses Bauelement ist  
25 der Kühlkörper des Umrichtergerätes, der direkt mit der Umgebungsluft des Umrichtergerätes in Kontakt kommt. Beim Temperaturmodell 2 handelt es sich um ein an sich bekanntes Temperaturmodell für den Kühlkörper. Mit diesem Temperaturmodell wird abhängig von einer tatsächlichen Verlustleistung  $P_V$  und  
30 einer tatsächlichen Kühlmitteltemperatur  $T_{umg}$  eine zu erwartende Kühlkörpertemperatur  $T_{KK}$  ermittelt. Die Integrationszeitkonstante entspricht dabei der thermischen Masse und der Rückführungskoeffizient dem Kehrwert des thermischen Widerstandes  $R_{th}$  des Kühlkörpers. Die Verlustleistung  $P_V$  wird wie  
35 bei einem herkömmlichen thermischen Modell beispielsweise zur Schätzung einer Sperrschichttemperatur eines Leistungshalbleiters, aus einem Laststromwert, einem Zwischenkreisspan-

nungswert, dem Aussteuerungsgrad und einer Schaltfrequenz ermittelt. Die Kühlmitteltemperatur  $T_{umg}$  wird mittels eines weiteren Temperatursensors ermittelt, der beispielsweise im Kühlmittelstrom angeordnet ist. Als Ergebnis liefert dieses  
5 Temperaturmodell 2 des Kühlkörpers eine geschätzte Kühlkörpertemperatur  $T_{KK}$ , die der Kühlkörper bei Abführung der Verlustleistung  $P_V$  einnimmt, wenn dieser nicht verschmutzt ist.

Die Auswerteschaltung 6 weist eingangsseitig einen Vergleich-  
10 cher 8, dem ein Speicher 10 nachgeschaltet ist, auf. Ausgangsseitig ist dieser Speicher 10 mit einer Vergleichseinrichtung 12 verbunden, an deren Ausgang ein Warnsignal  $S_W$  ansteht. Außerdem sind dieser Vergleichseinrichtung 12 zwei Grenzwerte  $T_{KKeG1}$  und  $T_{KKeG2}$  für einen ermittelten Vergleichs-  
15 wert  $T_{KKe}$  zugeführt. Der Speicher 10 wird nur dann benötigt, um die zeitliche Veränderung der Verschmutzung zusätzlich auswerten zu können. Ansonsten kann der ermittelte Vergleichswert  $T_{KKe}$  auch direkt der Vergleichseinrichtung 12 zugeführt werden.

20 Bei Verschmutzung des Kühlkörpers des Umrichtergerätes ist die gemessene Kühlkörpertemperatur  $T_{KKmes}$  höher als die geschätzte Kühlkörpertemperatur  $T_{KK}$  des Temperaturmodells 2. Als Vergleichswert  $T_{KKe}$  erhält man einen negativen Wert. Das  
25 Minus-Zeichen signalisiert, dass der Kühlkörper des Leistungsteils des Umrichtergerätes schlechter arbeitet als vorgesehen. Der Wert dieses Vergleichswertes  $T_{KKe}$  gibt an, um wie viel dieser Kühlkörper schlechter arbeitet. Erst wenn der Wert dieses ermittelten Vergleichswertes  $T_{KKe}$  negativ und sein  
30 Betrag gleich oder größer als der erste Grenzwert  $T_{KKeG1}$  ist, wird ein Warnsignal  $S_W$  generiert, beispielsweise eine Anzeige ansteuert. Steigt infolge der anhaltenden Verschmutzung des Kühlkörpers des Leistungsteils des Umrichtergerätes der Betrag des Vergleichswertes  $T_{KKe}$  derart an, dass dieser gleich  
35 oder größer einem zweiten Grenzwert  $T_{KKeG2}$  ist, der größer als der erste Grenzwert  $T_{KKeG1}$  ist, wird ein zweites Warnsignal  $S_W$  generiert. Dieses Warnsignal  $S_W$  kann dazu verwendet werden,



um anzuzeigen, dass ein Verschmutzungsgrad erreicht ist, bei dem damit zu rechnen ist, dass in absehbarer Zeit eine Schutzabschaltung ausgelöst wird oder eine Gerätestörung auftritt. Aus der zeitlichen Aufzeichnung dieser einzelnen Vergleichswerte kann beispielsweise eine Restbetriebszeit berechnet werden. Die Restbetriebszeit gibt an, dass unter den vorherrschenden betrieblichen Bedingungen das Umrichtergerät nach Ablauf der angegebenen Zeitspanne abschaltet. Zusätzlich zur visuellen Darstellung kann ein akustisches Signal verwendet werden.

Die FIG 2 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der ersten Vorrichtung nach der Erfindung. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform nach FIG 1 dadurch, dass das Temperaturmodell 2 um einen Schätzer für den thermischen Widerstand  $R_{th}$  des Kühlkörpers erweitert ist. D.h., der Wert der zwischen Kühlkörper und Kühlmittel ermittelte Temperaturdifferenz  $T_{KKa}$  wird nicht mehr direkt dem Kehrwert des thermischen Widerstandes  $R_{th}$  zugeführt, sondern einem Multiplizierer 14, an dessen zweiten Eingang der Kehrwert des thermischen Widerstandes  $R_{th}$  ansteht. Außerdem ist dem Vergleicher 8 der Auswerteschaltung 6 ein Integrierer 16 nachgeschaltet, der ausgangsseitig dem Kehrwert des thermischen Widerstandes  $R_{th}$  zugeführt wird. Der Wert, der am Ausgang des Integrierers 16 ansteht, ist der Wirkungsgrad  $\eta_{KK}$  des Kühlkörpers, der ein direktes Maß für die Effektivität des Kühlsystems ist. Ein Wirkungsgrad  $\eta_{KK}$  kleiner Eins bedeutet, dass eine Verschmutzung des Kühlkörpers vorliegt. Die Differenz zu  $\eta_{KK} = 1$  gibt den Verschmutzungsgrad des Kühlkörpers des Umrichtergerätes an. Dieser Wert des Wirkungsgrades  $\eta_{KK}$  kann genauso ausgewertet werden, wie die ermittelte Temperaturabweichung  $T_{KKe}$  des Kühlkörpers.

Eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes ist in der FIG 3 näher dargestellt. Diese zweite erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einer Widerstands-Brückenschaltung

18, die eingangsseitig mit einer Versorgungsspannung  $U$  des Umrichtergerätes verknüpft ist. Diese Widerstands-Brückenschaltung 18 weist zwei Widerstände  $R_2$  und  $R_3$  auf, die betriebsmäßig warm werden und dadurch ihren Widerstandswert erhöhen, und zwei Widerstände  $R_1$  und  $R_4$  die während des Betriebes des Umrichtergerätes ihren Widerstandswert nicht ändern. Diese Widerstände  $R_1$  und  $R_4$  bleiben entweder auf Umgebungstemperatur oder sind aus Material mit temperaturunabhängigem Widerstand gefertigt. Wählt man die Widerstandswerte dieser Widerstände  $R_1$  bis  $R_4$  so, dass eine Brückendiagonalspannung  $U_{diag}$  bei unverschmutzten Widerständen  $R_1$  bis  $R_4$  im eingeschwungenen Zustand genau Null ist, so kann diese Brückendiagonalspannung  $U_{diag}$  direkt als Maß für eine auftretende Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes verwendet werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform dieser Vorrichtung besteht der Widerstand  $R_2$  bzw.  $R_3$  aus mehreren Widerständen, die im Innern des Umrichtergerätes verteilt angeordnet und elektrisch in Reihe geschaltet sind. Dadurch wird die Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes nicht nur an einer vorbestimmten Stelle ermittelt, sondern im gesamten Umrichtergerät.

In der FIG 4 ist eine dritte Vorrichtung zur Ermittlung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes veranschaulicht. Diese Vorrichtung weist eine Messeinrichtung 20 zur Oberflächenleitfähigkeit und einen Spannungsfolger 22 auf. Die Messeinrichtung 20 weist einen Ableitwiderstand 24 und einen Messsensor 26 auf. Als Messsensor 26 werden beispielsweise zwei dicht nebeneinander verlaufende Leiterbahnen 28, 30 verwendet, die über diejenigen Platinenbereiche des Umrichtergerätes geführt sind, in denen während des Betriebes des Umrichtergerätes die größte Verschmutzung erwartet wird. Diese Ausführung dieses Messsensors 26 ist in der FIG 5 näher dargestellt. An den Eingangsklemmen 32 und 34 der Messeinrichtung 20 ist eine Versorgungsspannung  $U$  des Umrichtergerätes angelegt. Die Eingangsklemme 32 ist mit der Leiterbahn 28

des Messsensors 26 elektrisch leitend verbunden, wogegen die Leiterbahn 30 mit einem Anschluss des Ableitwiderstandes 24 verbunden ist. Die zweite Eingangsklemme 34 der Messeinrichtung 20 ist mit dem freien Anschluss des Ableitwiderstandes 24 verknüpft. Damit ein Ableitstrom proportional zur Verschmutzung des Umrichtergerätes fließen kann, sind diese beiden Leiterbahnen 28 und 30 frei von Lötstop-Lack. Am Ableitwiderstand 24 steht dann eine dazu proportionale Spannung an. Diese Spannung wird mittels eines Kondensators 36 geglättet. Der Spannungsfolger 22, der als Impedanzwandler eingesetzt wird, erzeugt aus dieser geglätteten Spannung eine Messspannung  $U_{\text{mes}}$ , die proportional der Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes ist. Anstelle der beiden eng nebeneinander verlaufenden Leiterbahnen 28 und 30 können auch alternativ Lötäugen, die in regelmäßigen Abständen vorgesehen sind, verwendet werden.

Mit diesen Vorrichtungen, deren Bestandteile in ein Umrichtergerät integriert werden bzw. schon zum Teil zum Umrichtergerät gehören, kann während des Betriebes des Umrichtergerätes dessen Verschmutzung einfach diagnostiziert werden. Dadurch wird die Gefahr von Gerätestörungen oder -ausfällen infolge einer fortschreitenden Verschmutzung erkannt, noch bevor es zu einer Betriebsunterbrechung kommt. Dadurch wird die Anzahl von Ausfällen mit den damit verbundenen Nachteilen wie Kosten und Imageverlust reduziert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes, wobei ein Betriebszustand wenigstens eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Bauelements des Umrichtergerätes ermittelt wird, wobei von diesem Bauelement ein korrespondierender Betriebszustand im unverschmutzten Zustand bestimmt wird, und wobei diese beiden Betriebszustände miteinander verglichen werden und ein ermittelter Vergleichswert ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes darstellt.
2. Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes, wobei eine Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes ermittelt und mit einem vorbestimmten Grenzwert verglichen wird, dessen Vergleichswert ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes darstellt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Vergleichswerte abgespeichert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung eines vorbestimmten Vergleichswertes ( $T_{KKeG1}$ ) ein Warnsignal ( $S_w$ ) generiert wird.
5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung eines zweiten vorbestimmten Vergleichswert ( $T_{KKeG2}$ ), der größer als der erste Vergleichswert ( $T_{KKeG1}$ ) ist, eine Warnmeldung generiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand eines Bauelementes des Umrichtergerätes durch seine Temperatur ( $T_{KK}$ ) angezeigt wird.

5

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand eines Bauelementes des Umrichtergerätes durch seinen Widerstand angezeigt wird.

10

8. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit einem thermischen Modell (2) zur Schätzung einer Temperatur ( $T_{KK}$ ) eines Kühlkörpers des Umrichtergerätes und mit einem Temperatursensor (4) zur Ermittlung einer Kühlkörpertemperatur ( $T_{KKmes}$ ) und mit einer Auswerteschaltung (6), die eingangsseitig mit dem thermischen Modell (2) und dem Temperatursensor (4) verknüpft ist.

9. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit einer Widerstands-Brückenschaltung (18), die eingangsseitig mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft ist und deren Widerstände ( $R_1, \dots, R_4$ ) derart dimensioniert sind, dass zwei diagonal gegenüberliegende Widerstände ( $R_2, R_3$ ) betriebsbedingt ihren Widerstandswert durch Erwärmung ändern, während die beiden anderen ihren Widerstandswert beibehalten, und deren Ausgang mit einer Auswerteschaltung verknüpft ist.

10. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit zwei eng nebeneinander verlaufenden Leiterbahnen (28,30), wobei eine mit einem Ableitwiderstand (24) versehen ist, wobei die andere Leiterbahn mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft ist, und wobei elektrisch parallel zum Ableitwiderstand (24) ein Spannungsfolger (22) geschaltet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Widerstand  
( $R_2, R_3$ ) der beiden Widerstände ( $R_2, R_3$ ), die betriebsbedingt  
ihren Widerstand ändern, aus mehreren elektrisch in Reihe ge-  
5 schalteten Widerständen besteht, die im Umrichtergerät ver-  
teilt angeordnet sind.

1/2

FIG 1

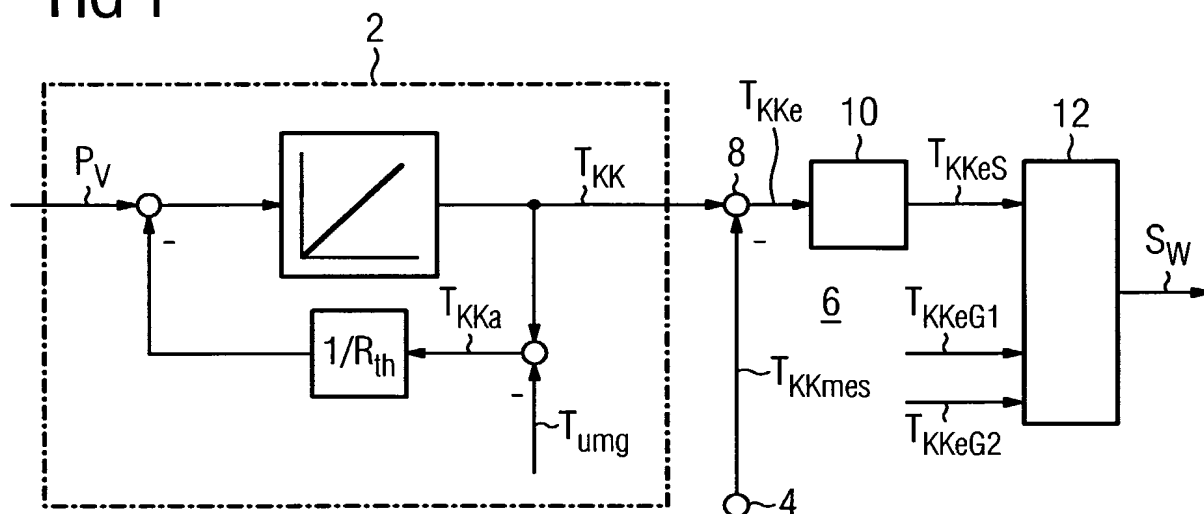


FIG 2

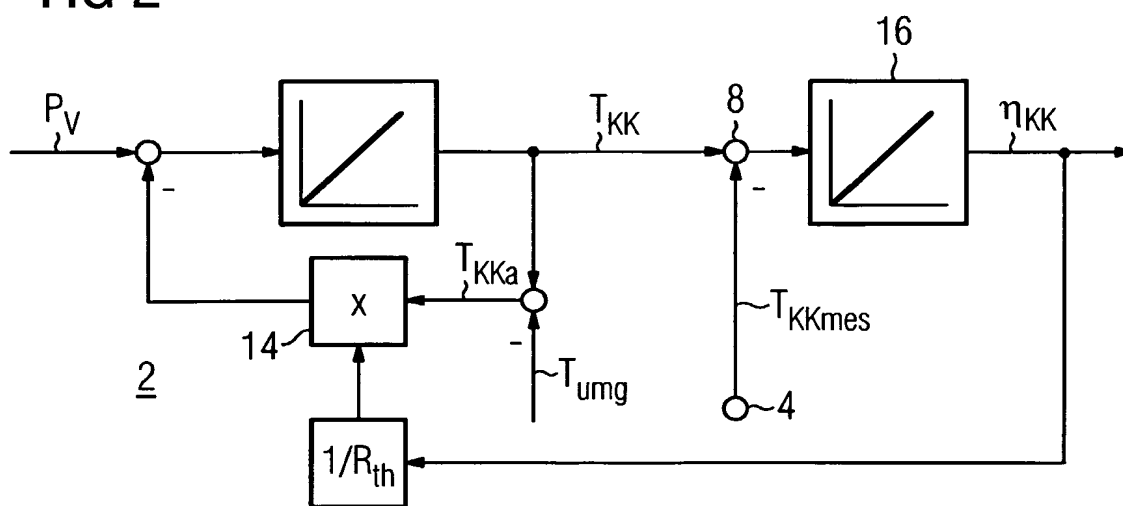


FIG 3

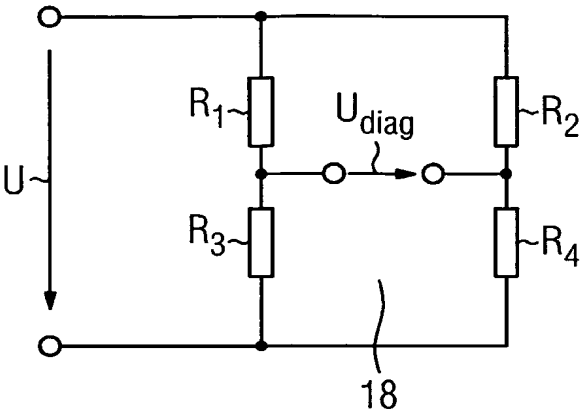


FIG 4

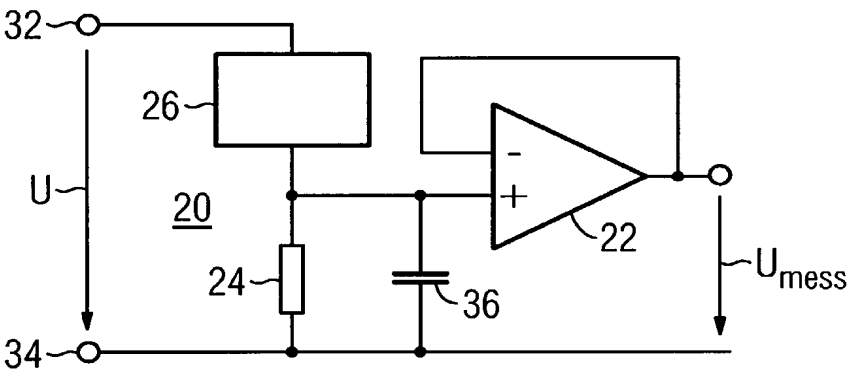
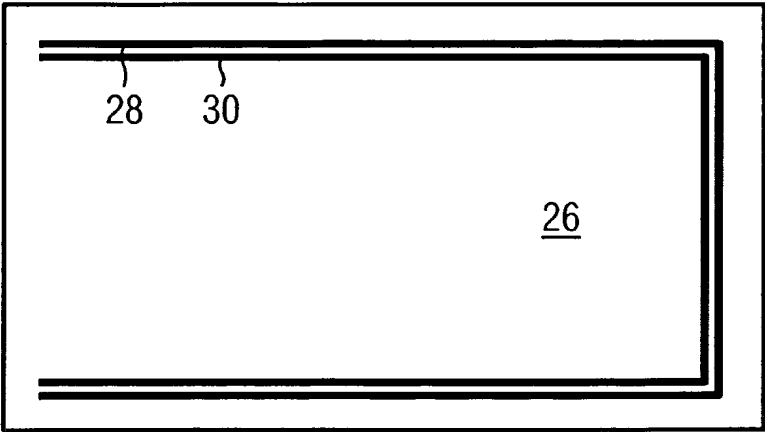


FIG 5





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/051544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01F27/42 H02M1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01F H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/214770 A1 (SCHIMANEK ERNST ET AL) 20 November 2003 (2003-11-20) the whole document -----	8
X	GB 21714 A A.D. 1899 (CHARLES EDWARD GLASCODINE SIMONS) 27 October 1900 (1900-10-27) the whole document -----	9-11
A	US 5 553 939 A (DILHAC ET AL) 10 September 1996 (1996-09-10) the whole document -----	1-11
A	EP 0 961 379 A (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH) 1 December 1999 (1999-12-01) claim 1 ----- -/--	1-11



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 2005

Date of mailing of the international search report

01/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomte, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051544

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 20 401 A1 (MOTOROLA LTD., BASINGSTOKE) 11 November 1999 (1999-11-11) claim 1; figures 1,2 -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/051544

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003214770	A1	20-11-2003	DE 19824064 A1 AT 229701 T DE 59903714 D1 EP 0961379 A2 ES 2188061 T3 JP 2000050633 A	09-12-1999 15-12-2002 23-01-2003 01-12-1999 16-06-2003 18-02-2000
GB 189921714	A	27-10-1900	NONE	
US 5553939	A	10-09-1996	LU 87933 A1 DE 69200926 D1 EP 0582645 A1 JP 6509638 T AT 115721 T CA 2108571 A1 WO 9219943 A1 IE 921487 A1 PT 100448 A	15-12-1992 26-01-1995 16-02-1994 27-10-1994 15-12-1994 03-11-1992 12-11-1992 04-11-1992 29-04-1994
EP 0961379	A	01-12-1999	DE 19824064 A1 AT 229701 T DE 59903714 D1 EP 0961379 A2 ES 2188061 T3 JP 2000050633 A US 2003214770 A1	09-12-1999 15-12-2002 23-01-2003 01-12-1999 16-06-2003 18-02-2000 20-11-2003
DE 19920401	A1	11-11-1999	GB 2337121 A	10-11-1999

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01F27/42 H02M1/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01F H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/214770 A1 (SCHIMANEK ERNST ET AL) 20. November 2003 (2003-11-20) das ganze Dokument	8
X	GB 21714 A A.D. 1899 (CHARLES EDWARD GLASCODINE SIMONS) 27. Oktober 1900 (1900-10-27) das ganze Dokument	9-11
A	US 5 553 939 A (DILHAC ET AL) 10. September 1996 (1996-09-10) das ganze Dokument	1-11
A	EP 0 961 379 A (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) Anspruch 1	1-11
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Juli 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thomte, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 20 401 A1 (MOTOROLA LTD., BASINGSTOKE) 11. November 1999 (1999-11-11) Anspruch 1; Abbildungen 1,2 -----	8

# INTERNATIONALER RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP2005/051544

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003214770 A1	20-11-2003	DE 19824064 A1 AT 229701 T DE 59903714 D1 EP 0961379 A2 ES 2188061 T3 JP 2000050633 A	09-12-1999 15-12-2002 23-01-2003 01-12-1999 16-06-2003 18-02-2000
GB 189921714 A	27-10-1900	KEINE	
US 5553939 A	10-09-1996	LU 87933 A1 DE 69200926 D1 EP 0582645 A1 JP 6509638 T AT 115721 T CA 2108571 A1 WO 9219943 A1 IE 921487 A1 PT 100448 A	15-12-1992 26-01-1995 16-02-1994 27-10-1994 15-12-1994 03-11-1992 12-11-1992 04-11-1992 29-04-1994
EP 0961379 A	01-12-1999	DE 19824064 A1 AT 229701 T DE 59903714 D1 EP 0961379 A2 ES 2188061 T3 JP 2000050633 A US 2003214770 A1	09-12-1999 15-12-2002 23-01-2003 01-12-1999 16-06-2003 18-02-2000 20-11-2003
DE 19920401 A1	11-11-1999	GB 2337121 A	10-11-1999